

プロトン伝導性酸化物 $\text{BaSn}_{0.6}\text{In}_{0.4}\text{O}_{2.8}$ 膜の格子歪みと電歪特性

Lattice distortion of proton conducting oxide $\text{BaSn}_{0.6}\text{In}_{0.4}\text{O}_{2.8}$ films and their electrostrictive property

名大工¹, 東工大 MDX² ○^(M1)岩崎 航平¹, 吉野 正人¹, 長崎 正雅¹, 山田 智明^{1,2}

Nagoya Univ.¹, Tokyo Tech. MDX², ○^(M1)Kohei Iwasaki¹, Masahito Yoshino¹, Takanori Nagasaki¹,

Tomoaki Yamada^{1,2}

E-mail: t-yamada@energy.nagoya-u.ac.jp

1. 緒言

MEMS 等に用いられる代表的な圧電材料の多くは鉛を含むため、鉛を含まない圧電材料の開発が進んでいる。近年、 In^{3+} 添加 BaZrO_3 をはじめとするいくつかのプロトン伝導性酸化物が、水蒸気が溶解することで大きな電歪効果を示すことが発見された^[1]。結晶中のプロトンの挙動と格子歪みの関係を調べるためには、結晶粒界がホッピングに与える影響や格子歪みの結晶方位依存性を調べることが不可欠である。しかし、これらを単結晶で調べた例はなく、大きな電歪効果のメカニズムの詳細は明らかになっていない。そこで本研究では、粒界が少ないエピタキシャル膜を創成し、水蒸気溶解による格子歪みと電歪特性を測定することを目的とした。

2. 実験方法

$\text{SrTiO}_3(001)$ 基板上に下部電極として膜厚 30 nm の SrRuO_3 膜と膜厚 3.0 μm のプロトン伝導性酸化物 $\text{BaSn}_{0.6}\text{In}_{0.4}\text{O}_{2.8}$ (BSI) 膜をパルスレーザー堆積法で作製した。その後、水蒸気溶解処理と電子ビーム蒸着法による半径 100 μm の Pt 上部電極の作製を行った。 SrRuO_3 と BSI の構造評価には X 線回折法 (XRD) と反射高速電子線回折法 (RHEED) を、BSI の微細構造の観察には走査型電子顕微鏡 (SEM) を用いた。上部電極内の BSI の格子定数を評価するために、コリメータで入射 X 線を絞って XRD $2\theta/\omega$ スキャンを行った。BSI の格子ひずみの電場応答については、BSI に静的な直流電場を印加しながら、XRD 測定を行った。

3. 結果及び考察

図 1 に BSI/ SrRuO_3 / $\text{SrTiO}_3(001)$ における BSI $\{101\}$ 面および $\text{SrTiO}_3\{101\}$ 面の XRD ϕ スキャンの測定結果を示す。両者ともに 4 回対称のピークが確認されたことから、BSI は $\text{SrRuO}_3/\text{SrTiO}_3(001)$ 上に cube-on-cube でエピタキシャル成長したことが明らかになった。また、SEM による微構造観察から、BSI に明確な粒界がないことを確認した。図 2 に水蒸気溶解処理前後の XRD $2\theta/\omega$ スキャンの測定結果を示す。BSI 002 のピークは水蒸気溶解後に低角側にシフトし、水蒸気溶解によって格子にプロトンが取りこまれて格子定数が増加したことが示唆された。上部電極作製後に水蒸気溶解処理を行った試料と比較して、上部電極作製前に水蒸気溶解処理を行った試料の方が BSI の格子定数は大きく、プロトン濃度が高いことが示唆された。また、水蒸気溶解処理を行った試料に対して静的な電場を印加しながら $2\theta/\omega$ スキャンを行った結果、電場の方向によらず BSI の格子定数が減少し、負の電歪効果を示す可能性が示唆された。

4. 参考文献

[1] E. Makagon *et al.*, *Adv. Funct. Mater.* **31**, 2104188 (2021).

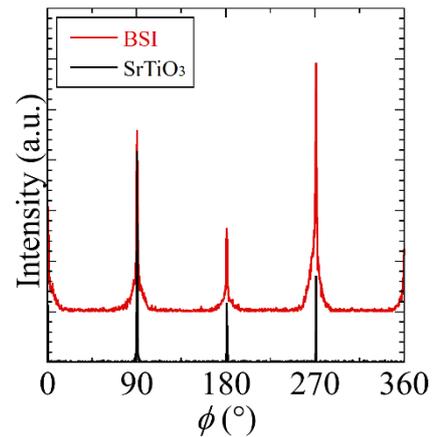


図 1 BSI/ SrRuO_3 / $\text{SrTiO}_3(001)$ における $\{101\}$ 面の XRD ϕ スキャン。

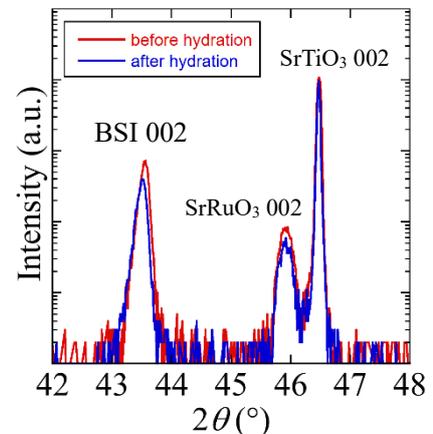


図 2 BSI/ SrRuO_3 / $\text{SrTiO}_3(001)$ における水蒸気溶解処理前後の $2\theta/\omega$ スキャン。